

**REPERCUSIONES POSTURALES CON LOS ESTIRAMIENTOS EN FLEXIÓN  
DE TRONCO Y LAS PRUEBAS DE DISTANCIA DEDOS-PLANTA Y  
DISTANCIA DEDOS-SUELO.**

**PEDRO LUIS RODRÍGUEZ GARCÍA**

Doctor en Educación Física y Deportiva  
Profesor Titular de la Facultad de Educación. Universidad de Murcia

**FERNANDO SANTONJA MEDINA**

Doctor en Medicina y Cirugía  
Especialista en Medicina del Deporte  
Profesor Titular de la Facultad de Medicina. Universidad de Murcia

## **RESUMEN**

La postura corporal no es un concepto estrictamente estático, siendo preciso analizar aquellos movimientos y ejercicios que se realizan con gran frecuencia en la actividad física y que repercuten de forma directa en diversas estructuras del aparato locomotor, fundamentalmente en el raquis.

En el presente artículo de revisión se ofrece un estudio de dos ejercicios ampliamente utilizados en el ámbito clínico y de la actividad física, como son los estiramiento en flexión de tronco y los tests de flexibilidad de Distancia Dedos-Planta y Distancia Dedos-Suelo, que frecuentemente se efectúan con dudosa corrección. Podremos comprobar cómo su ejecución incorrecta influye negativamente sobre la estabilidad del raquis y estableceremos estrategias para su realización de forma correcta.

**PALABRAS CLAVE:** Higiene postural, raquis, estiramiento isquiosural, tests de flexibilidad.

### **DIRECCIÓN DE CORRESPONDENCIA:**

Pedro Luis Rodríguez García

Facultad de Educación. Universidad de Murcia.

Campus Universitario de Espinardo

30100 Espinardo (Murcia)

Telf: (968)36 77 86 Fax: (968) 36 41 46

E-mail: plrodri@um.es

# **REPERCUSIONES POSTURALES CON LOS ESTIRAMIENTOS EN FLEXIÓN DE TRONCO Y LAS PRUEBAS DE DISTANCIA DEDOS-PLANTA Y DISTANCIA DEDOS-SUELO.**

**PEDRO LUIS RODRÍGUEZ GARCÍA**

Doctor en Educación Física y Deportiva  
Profesor Titular de la Facultad de Educación. Universidad de Murcia

**FERNANDO SANTONJA MEDINA**

Doctor en Medicina y Cirugía  
Especialista en Medicina del Deporte  
Profesor Titular de la Facultad de Medicina. Universidad de Murcia

## **1. Introducción**

La capacidad de poder establecer adecuados valores de movilidad articular va a ser uno de los elementos que, junto a otros factores de rendimiento, van a determinar el grado de eficacia en la ejecución de las exigencias que se demandan durante la práctica deportiva. Del mismo modo, su desarrollo supone un factor de salvaguarda para las estructuras articulares y musculares que son sometidas a los más variados movimientos durante la práctica física y deportiva (Möller y cols., 1985; Porta, 1987; Weineck, 1988; Esnault, 1988).

Igualmente, para las actividades cotidianas y laborales, va a ser importante poseer valores de movilidad que permitan la funcionalidad de los segmentos corporales (Harichaux, 1988). En este sentido, es aconsejable conocer las características de las diversas estructuras que influyen de manera directa en la movilidad articular.

Dada la importancia de la movilidad articular, es muy habitual la puesta en práctica de toda una serie de pruebas que puedan ofrecer una valoración cuantitativa eficaz de núcleos articulares selectivos, información que será esencial para la puesta en práctica de programas específicos de entrenamiento o la modulación de los mismos (Bompa, 1990). Dichos ejercicios o pruebas de valoración vendrán representados por los llamados **tests de flexibilidad**.

Entre los tests de flexibilidad más utilizados se encuentran los de extensibilidad de la musculatura isquiosural. Dichas pruebas son utilizadas frecuentemente como criterio de evaluación en el ámbito escolar, en el campo deportivo y en distintas pruebas de acceso por oposiciones donde se valoran aptitudes físicas. Sirva de ejemplo al respecto la prueba de flexibilidad de la conocida batería Eurofit, así como las tradicionales pruebas de flexibilidad de acceso a los centros superiores de formación de especialistas en Educación Física (INEFs).

El presente artículo tiene por objeto señalar las posibles repercusiones que se pueden derivar por la realización repetitiva de los ejercicios de estiramiento de la musculatura isquiosural bajo las condiciones específicas de diversos tests de flexibilidad, concretamente en las pruebas de Distancia Dedos-Planta (D-D-P) y de Distancia Dedos-Suelo (D-D-S). Así mismo, se intenta aportar soluciones prácticas para su correcta aplicación. Consideramos esencial

desarrollar una actuación segura y eficaz para la mejora de la movilidad articular sin llegar a provocar alteraciones posturales.

## **2. Estudio de los tests de Distancia Dedos-Planta y Distancia Dedos-Suelo**

La exploración clínica de la extensibilidad de la musculatura isquiosural, es origen de controversia por las maniobras utilizadas y por el establecimiento de los límites entre la normalidad y los grados de cortedad. Existen diferentes tests para la valoración del estado de la musculatura isquiosural, que se encuentran agrupados en dos tendencias: los llamados tests de recorrido angular (test de Elevación Pierna Recta "EPR" y test del Ángulo Poplíteo) y los tests basados en medidas longitudinales o tests lineales (Distancia Dedos-Suelo "D-D-S" y Distancia Dedos-Planta "D-D-P") que, aun siendo menos discriminatorios para determinar el grado de extensibilidad de la musculatura isquiosural, son muy sensibles para ofrecer un análisis del comportamiento de la columna vertebral durante la flexión forzada del tronco (Ferrer y cols., 1995).

En la literatura podemos encontrar una mayor aceptación en la validez de los tests angulares para la cuantificación de la extensibilidad isquiosural (Biering-Sorensen, 1983; Reade y cols., 1984; Espiga, 1993; Milne y Mierau, 1979; Ekstrand y cols., 1982).

### **Test de Distancia Dedos-Planta (D-D-P)**

Es un test de recorrido lineal que supone la realización de una flexión de tronco máxima y subsiguiente medición de la distancia existente entre la punta de los dedos y la tangente a la planta de los pies. La medición se realiza en centímetros (figura 1).

### **FIGURA 1**

Este test es fácil de realizar, precisa escasa utilización de material y su reproducibilidad es muy alta, circunstancia por la cual son ampliamente utilizados en diversas disciplinas físico-deportivas y en el campo de la investigación (Gabbard y Tandy, 1988; Lehnhard y cols., 1992; Dreyer y Strydom, 1992; Faigenbaum y cols., 1993). Sin embargo, encontramos una serie de factores que influyen negativamente en dichas pruebas y pueden arrojar datos que induzcan al error, como son: características antropométricas (brazos largos con piernas cortas y viceversa) y, sobre todo, la inclusión de varios núcleos articulares (cadena posterior) en los resultados alcanzados, lo que supone una interferencia de diversas articulaciones (Moras, 1992; Sinclair y Tester, 1992).

Al respecto, Kippers y Parker (1987) señalan que la participación del movimiento vertebral en la flexión completa de cadera y tronco, arroja resultados no significativos en relación con la distancia dedos-planta, por lo que a máxima flexión de tronco la distancia lineal alcanzada supone principalmente una medición de la capacidad de extensibilidad de la musculatura isquiosural.

La presencia de hipercifosis dorsal, hipermovilidad lumbar (Somhegyi y Ratko, 1993) o actitud cifótica lumbar dinámica (Santonja y Genovés, 1992; Santonja y Frutos, 1994), pueden dar como resultado medidas incrementadas en este test. Sin embargo, dentro de los tests en flexión de tronco se destaca por poseer una alta correlación con el resto de test clínicos (Ferrer y cols.,

1995), en mayor medida que el test efectuado en bipedestación de Distancia Dedos-Suelo (D-D-S).

Los datos de normalidad del test D-D-P no están adecuadamente definidos, ya que existe una gran variabilidad según edades, sexo, niveles de actividad, etc. Según Santonja y cols. (1995), la normalidad para los adultos se encuentra en torno a valores mayores o iguales a -5 centímetros, cortedad moderada o grado I los situados entre -6 y -15 centímetros y marcada cortedad o grado II los valores menores o iguales a -16 centímetros. Ferrer (1998) baja el límite del grado (II) a -10 centímetros durante el crecimiento.

### ***Test de Distancia Dedos-Suelo (D-D-S)***

Es un test de recorrido lineal en el cual el sujeto se coloca sobre un cajón con rodillas extendidas y pies separados a la anchura de los hombros. A partir de aquí realiza una flexión máxima de tronco sin flexionar las rodillas con los brazos y palmas de las manos extendidas caudalmente sobre la regla milimetrada existente en el cajón, intentando alcanzar la mayor distancia posible (Fieldman, 1966; Biering-Sorensen, 1984; Kippers y Parker, 1987). Serán valores positivos todos aquellos que sobrepasen la línea de la planta de los pies y negativos todos los que no la alcancen (figura 2).

### **FIGURA 2**

Es un test de fácil realización, precisa poco material y es sencillo y asequible. Ha sido muy utilizado, al igual que el test D-D-P, en el ámbito de la Educación Física y en entrenamiento en general. Como inconvenientes principales atribuidos a este test se señala la inclusión en el desarrollo del mismo de toda la flexibilidad posterior del tronco y la implicación de múltiples palancas articulares, circunstancia que condiciona los resultados obtenidos en dicho test (Santonja y Genovés, 1992; Somhegyi y Ratko, 1993; Santonja y Frutos, 1994).

Son considerados como normales los valores mayores o iguales a -5 centímetros, cortedad moderada entre -6 y -15 centímetros y cortedad marcada los inferiores a -15 centímetros.

Un aspecto fundamental a señalar en ambas pruebas es la inclusión de la movilidad del tronco en su realización. Esta circunstancia tendrá que ser considerada desde el punto de vista de la valoración biomecánica del raquis durante la realización de los movimientos forzados de tronco, sobre todo, cuando la pelvis ha quedado anclada por efectos de la tracción generada por la musculatura isquiosural. Este hecho deberá ser tenido en cuenta, ya que una gran cantidad de ejercicios de estiramiento isquiosural reproducen específicamente las formas básicas de ejecución de los tests descritos con anterioridad, D-D-P y D-D-S.

### ***3. Respuesta biomecánica del raquis en los movimientos forzados de flexión de tronco.***

La estática del raquis está condicionada por la morfología de los cuerpos vertebrales, la funcionalidad de los discos intervertebrales, la estructura ligamentosa y la integridad anatomofisiológica de la musculatura existente a

dicho nivel que, mediante ajustes reflejos por control nervioso permite el mantenimiento del equilibrio postural del raquis (Sañudo y cols., 1985). Cuando se produce una alteración en cualquiera de estos elementos, las condiciones estáticas cambian, provocando que las acciones y movimientos efectuados en el raquis e incluso, la propia acción de la gravedad, comiencen a actuar de forma perjudicial. Para evitar dicho efecto se generan compensaciones a expensas de los sectores móviles de la columna vertebral, provocándose cambios que pueden llegar a ser perceptibles en las curvas raquídeas (Tribastone, 1991).

En la realización forzada de los tests D-D-P y D-D-S, así como en la ejecución repetida de los ejercicios de estiramiento isquiosural que reproducen las acciones de dichos tests, se genera un incremento de la tensión del raquis en flexión, circunstancia que es preciso analizar teniendo en cuenta la frecuencia con que se realizan dichos movimientos.

Es interesante tener en cuenta que la movilidad intervertebral debe producirse manteniendo unos rangos de amplitud que no comprometan las estructuras osteoligamentosas que dan estabilidad al conjunto del raquis.

En el **disco intervertebral**, al producirse un movimiento de flexión se experimenta un desplazamiento posterior del núcleo pulposo que presiona sobre la pared del anillo fibroso, recibiendo una fuerza en sentido opuesto y anterior que tiende a estabilizar la unión articular. Este mecanismo recibe el nombre de **autoestabilidad** del raquis (figura 3).

### FIGURA 3

El estado de hidrofilia característico del núcleo pulposo es un factor que permite resistir mejor dichas fuerzas de inflexión del tronco (López Jimeno, 1993). Cuando dichas fuerzas de flexión son excesivas, la presión sobre el núcleo se incrementa de forma proporcional, así como la compresión sobre el anillo, pudiendo producirse deterioros en la estructura interna del propio anillo y pérdidas en el poder de **pretensión** del núcleo. Si estas estructuras son dañadas el sistema de autoestabilidad queda comprometido.

En cuanto a las **estructuras ligamentosas**, hemos de considerar que durante los movimientos de flexión forzada se produce un deslizamiento en las articulaciones interapofisarias, circunstancia que pone en tensión máxima a su cápsula y ligamentos. Del mismo modo, se ponen en tensión todos los ligamentos del arco posterior: ligamento amarillo, interespinoso, supraespino y ligamento vertebral común posterior. La repetición de dichos movimientos forzados generará paulatinamente, en virtud del fenómeno de fatiga de los tejidos elásticos (Rodríguez y Moreno, 1997 a, 1997 b), una pérdida de elasticidad en dichos ligamentos, lo que provocará una insuficiencia para detener el desplazamiento vertebral indeseado.

Otro elemento fundamental lo constituye el estado de tonicidad de la **musculatura paravertebral** extensora del tronco. Si dicha musculatura se encuentra en buen estado, constituirá un elemento de contención al desplazamiento vertebral en los movimientos de flexión de tronco. Así mismo, es necesario un buen estado de la musculatura flexora del tronco. La contracción de la musculatura abdominal provoca un aumento de la presión intraabdominal (figura 4) que interviene como mecanismo de protección de la

columna durante el levantamiento de pesos y movimientos en flexión de tronco (Monfort y Sartí, 1999). Esta presión proporciona un empuje, bajo el diafragma y sobre el suelo pélvico, que se transmite a la espina torácica y a los hombros por medio de las costillas, disminuyendo así la carga sobre el raquis.

#### **FIGURA 4**

Por último, al analizar la **estructura trabecular** de las vértebras podemos encontrar, en una visión sagital, una zona anterior de debilidad, en la cual no existe superposición de trabéculas óseas (figura 5), circunstancia que contribuye en los movimientos forzados de tronco a debilitar la parte anterior de los cuerpos vertebrales (Kapandji, 1981).

#### **FIGURA 5.**

Con los movimientos repetidos en flexión forzada se aumenta la presión en la parte anterior de los cuerpos vertebrales, circunstancia que, unida a una debilidad de los elementos anteriores, será susceptible de provocar acuñamientos vertebrales anteriores.

La mayoría de los autores coinciden en afirmar que las deformidades por incremento de curvaturas en el plano sagital del raquis son muy comunes durante el período prepuberal y puberal. Concretamente, las actitudes cifóticas poseen una alta prevalencia (Asmussen y Heeboll-Nielsen 1959; Drummond y cols., 1979; Salminen, 1984; Nietzsche y Hildebran, 1990; Hazelbroek-Kamschreur y cols, 1992).

Podemos observar en la evolución natural del raquis un incremento paulatino de la cifosis. Con el paso del tiempo la cifosis se puede ir acentuando a la vez que se hace menos reductible. Durante el período puberal se modifica la postura del niño; a veces desaparece la actitud asténica mantenida en el período prepuberal; sin embargo, lo más frecuente es que se acentúe una cifosis torácica o aparezca una cifosis toracolumbar. Dimeglio y Bonell (1990) señalan que *“la cifosis juvenil es una enfermedad del adolescente que hay que descubrir en el niño”*.

En este período los cuerpos vertebrales van a ir adquiriendo una morfología adolescente y son susceptibles de deformidades plásticas estructurales que pueden ser permanentes (Stagnara, 1987). En este sentido, los movimientos repetitivos forzados en flexión adquiridos por el desarrollo de ejercicios de estiramiento en disposición D-D-P y D-D-S contribuyen a generar acuñamientos vertebrales e inestabilidad raquídea (Soeur, 1958).

Concretamente, en los movimientos de flexión de cadera y tronco desarrollados en los ejercicios D-D-P y D-D-S es preciso que tengamos en cuenta la unión lumbo-pélvica, de tal forma que la acción de flexión en la zona lumbar se va a ver condicionada por la movilidad de la pelvis. A su vez, la movilidad de la pelvis en la flexión de cadera depende en gran medida de las condiciones de extensibilidad de la musculatura isquiosural. Cuando dicha extensibilidad está mermada, los intentos del sujeto por conseguir alcanzar la línea del suelo o las plantas de los pies exageran la flexión raquídea y consecuentemente incrementan los acuñamientos vertebrales (figuras 6 y 7).

#### **FIGURA 6**

## FIGURA 7

### **4. Consideraciones para el desarrollo correcto de los ejercicios de extensibilidad isquiosural.**

De esta serie de análisis se derivan un conjunto de consideraciones que es preciso llevar a cabo cuando se realizan ejercicios de estiramiento de la musculatura isquiosural o se apliquen tests de evaluación.

En 1934, Lambrinudi indicaba que los ejercicios seleccionados para la elongación de la musculatura isquiosural debían ser variados, señalando que los ejercicios de “toe-touch” o tocar las puntas de los pies no deben realizarse de forma rutinaria en las clases de Educación Física.

Siguiendo las consideraciones de diversos autores (Jordá, 1971; Bado, 1977; Milne y Mierau, 1979) los ejercicios de estiramiento se han de efectuar con la disposición de la columna alineada, circunstancia que elimina el incremento de la cifosis dorsal compensatoria a la limitación del movimiento de la pelvis (figuras 8 y 9).

## FIGURA 8

## FIGURA 9

Para la mejora de la extensibilidad de la musculatura isquiosural se han descrito diversos tipos de ejercicios y técnicas (Fieldman, 1966; Jordá, 1971; Lapiere, 1977; Bado, 1977; Medeiros y cols., 1977; Markos, 1979; Dubreil y Neiger, 1984; Anderson y Burke, 1991; Andújar y cols., 1992; Sullivan y cols., 1992; Pérez, 1994). Será preciso para desarrollar un buen trabajo de higiene postural tener en cuenta una serie de condiciones esenciales de realización, sobre todo cuando se efectúa con escolares. Teniendo en cuenta las aportaciones de diversos autores proponemos:

- Rechazar la práctica de técnicas balísticas, dado el escaso control que pueden tener los escolares en su realización y el riesgo de producción de lesiones musculares.
- Procurar la realización de técnicas activas que producen durante su ejecución un cierto efecto de relajación refleja en la musculatura elongada.
- Utilizar técnicas estáticas de estiramiento, en las cuales se alcanza lentamente la máxima elongación muscular, manteniendo la posición de estiramiento. El tiempo de mantenimiento del estiramiento varía según diversos autores. En este sentido, coincidimos con Andújar y cols. (1996) que recomiendan mantenerlos durante 5-10 segundos en el inicio, con un incremento paulatino hasta 10-15 segundos posteriormente. Por otro lado, las técnicas estáticas contribuyen a un mayor control de la disposición alineada del raquis.
- Otorgar una gran importancia a la disposición de la pelvis y alineación de la columna dorso-lumbar, evitando así forzar posiciones en hipercifosis.
- Seleccionar los ejercicios de flexión de cadera con alcance dedos-planta, debido a las condiciones de equilibrio que garantiza y la estabilidad de la articulación de la rodilla en extensión

- Las ganancias de extensibilidad nunca deben basarse en que el sujeto alcance o sobrepase la planta de los pies, ya que con ello facilitaríamos la adopción de posturas indeseadas en el raquis. Será preciso que se realicen los ejercicios sintiendo y localizando correctamente el estiramiento, disponiendo adecuadamente la columna vertebral.

En cuanto a la realización de los tests:

- Podemos utilizar la aplicación de los tests D-D-P y D-D-S dada su sencillez y reproducibilidad. No obstante, hemos de ser conscientes de las dificultades y compromiso raquídeo que generan, debiendo ser utilizados por ello de forma esporádica y no repetitiva.
- Debemos informar y aclarar a los sujetos que intervienen en las pruebas de valoración de extensibilidad isquiosural, que la ejecución del test ha de variar en gran medida de los ejercicios de estiramiento realizados de forma constante.
- Debemos conocer otra serie de pruebas de valoración de la extensibilidad isquiosural que no comprometen la estática raquídea, tales como las pruebas angulares de Elevación de Pierna Recta (EPR) (figura 10), ángulo popliteo (AP) (figura 11), ángulo Lumbo-Vertical (LV) (figura 12) y ángulo Lumbo-Horizontal en flexión (LH-fx) (figura 13).

## **5. Bibliografía**

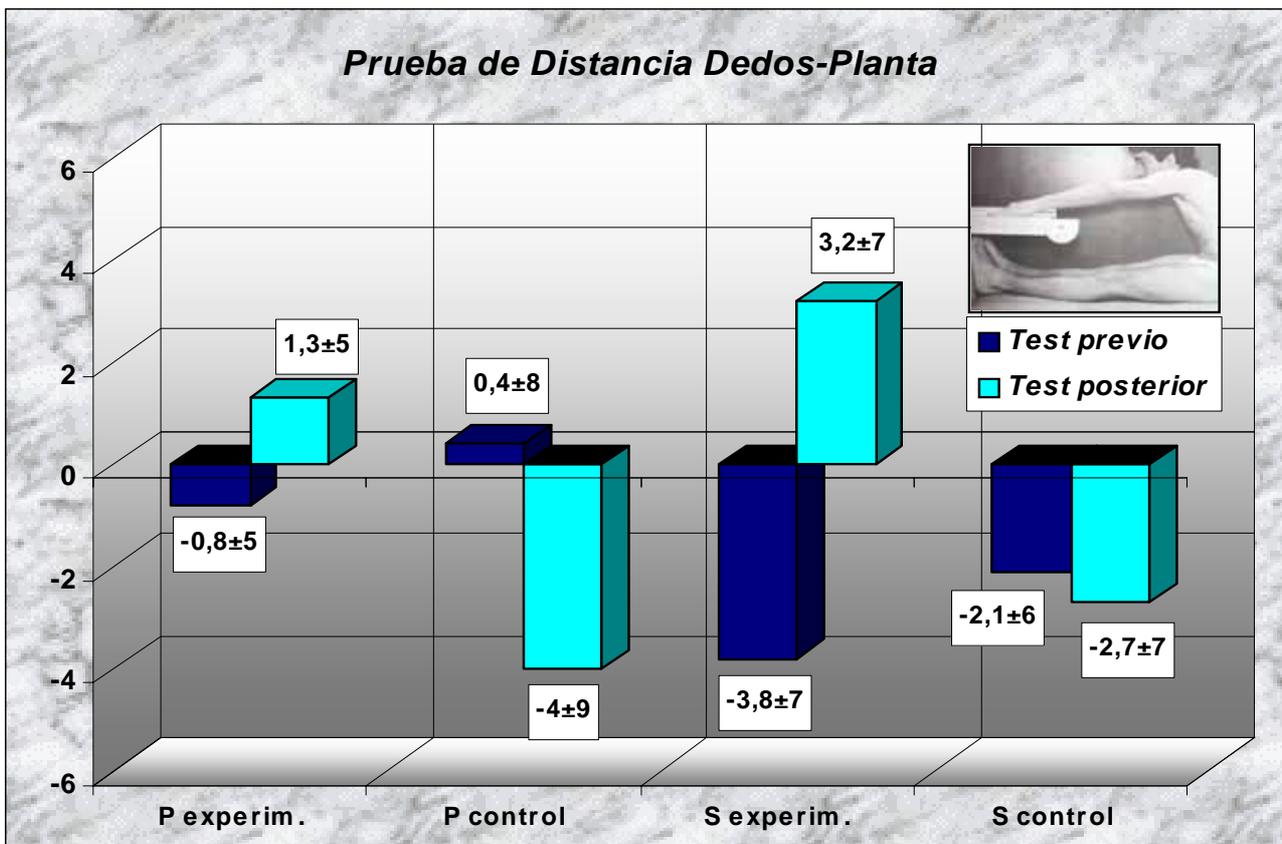
- Anderson, B. y Burke, E. R. (1991). Aspectos científicos, médicos y prácticos del estiramiento. En *Clínicas de Medicina Deportiva. La prescripción del ejercicio. Vol. I*. Madrid: Interamericana-McGraw Hill.
- Andújar, P.; Alonso, C. y Santonja, F. (1996). Tratamiento de la cortedad de isquiosurales. *Selección*, 5, 1, 37-48.
- Andújar, P.; Pérez, F.; Arenas, L.; Castresana, E. y Campayo, S. (1992). Resultados de la aplicación de un protocolo específico de rehabilitación en el síndrome de retracción de los isquiosurales en niños y adolescentes. / *Jornadas de actualización del Centro de Medicina del Deporte "Síndrome de acortamiento de la musculatura isquiosural"*. Murcia, 9 de Mayo.
- Asmussen, E. y Heeboll-Nielsen, K. (1959). Posture, mobility and strength of the back in boys, 7 to 16 years old. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 28, 174-189.
- Bado, J. L. (1977). *Dorso Curvo*. Montevideo: Artecólor.
- Biering-Sorensen, F. (1984). Physical Measurements as Risk Indicator for Low-Back Trouble Over a One Year Period. *Spine*, 9, 2, 106-119.
- Bompa, T.O. (1990). Theory and methodology of Training. The Key of Athletic Performance. Dubuque: Kendall.
- Dimeglio, A. y Bonel, F. (1990). *Le rachis en croissance*. París: Springer-Verlag.
- Dreyer, L. I. y Strydom, G. L. (1992). Some physical, physiological and perceived benefits of and executive fitness programme. *Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*, 15, 1, 23-32.

- Drummon, D. S.; Rogala, E. y Gurr, J. (1979). Spinal deformity: natural history and the role of school screening. *Orthopedic Clinics of North America*, 10, 4, 751-758.
- Dubreuil, C. y Neiger, H. (1984). Comparaison des effets de la course et des étirements autopassifs sur l'extensibilité des ischio-jambiers. *Annales de Kinésithérapie*, 11, 5, 191-195.
- Ekstrand, J.; Wiktorsson, M.; Öberg, B. y Gillquist, J. (1982). Lower Extremity Goniometric Measurements: A Study to Determine Their Reliability. *Archives Physical Medicine and Rehabilitation*, 63, 171-175.
- Esnault, M. (1988). Stretching et préparation musculaire á l'effort. *Annales de Kinésithérapie*, 15, 1-2, 49-62.
- Espiga, J. (1993). Brevedad constitucional de la musculatura isquiosural. Estudio de prevalencia. *Tesis Doctoral*. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Faigenbaum, A. D.; Zaichkowsky, L. D.; Westcott, W. L.; Micheli, L. J. y Fehlandt, A. F. (1993). The effects of a twice-a-week strength program on children. *Pediatric Exercise Science*, 5, 4, 339-246.
- Ferrer, V. (1998). Repercusiones de la cortedad isquiosural sobre la pelvis y el raquis lumbar. *Tesis Doctoral*. Universidad de Murcia.
- Ferrer, V.; Santonja, F.; Canteras, M.; Andújar, P. y Carrión, M. (1995). Mejor test clínico en la valoración de la cortedad isquiosural. En *Abstracts del VIII Congreso Europeo de Medicina del Deporte* (p. 174). Granada, 23-27 de octubre.
- Fieldman, H. (1966). Effects of selected extensibility exercises on the flexibility of the hip joint. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 37, 323-326.
- Gabbard, C. y Tandy, R. (1988). Body composition and flexibility among prepubescent males and females. *Journal of Human Movement Studies*, 14, 153-159.
- Harichaux, P. (1988). Le "Stretching", pourquoi et comment? *Annales de Kinésithérapie*, 15, 1-2, 1.
- Hazelbroek-Kamschreur, A.; Hofman, A.; Van Dijk, A. P. y Van Linge, B. (1992). Prevalence of trunk abnormalities in eleven-year-old schoolchildren in Rotterdam, The Hetherland. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 12, 4, 480-484.
- Jordá, E. (1971). Brevedad de los Isquiosurales. El síndrome de Bado en la gimnasia educativa y el deporte. *Apunts de Medicina del Deporte*, 8, 31, 123-124.
- Kapandji, I. A. (1981). *Cuadernos de Fisiología Articular. Tronco y raquis. Tomo 3º, 2ª edición*. Barcelona: Masson.
- Kippers, V. y Parker, A.W. (1987). Toe-tuch test. A measures of its validity. *Physical Therapy*, 67, 11, 1680-1684.
- Lambrinudi, C. (1934). Adolescent and senile kiphosis. *British Medical Bulletin*, 2, 800-804.

- Lapierre, A. (1977). *La reeducación física*. Tomo I. 3ª ed. Barcelona: Científico-Médica.
- Lehnhard, H. R.; Lehnhard, R. A.; Butterfield, S. A. y Beckwith, D. M. (1992). Health-related physical fitness levels of elementary school children ages 5-9. *Perceptual and Motor Skills*, 75, 3, 819-826.
- López Jimeno, C. (1993). Alteraciones de la estática postural de la columna vertebral. *Archivos de Medicina del Deporte*, 10, 38, 181-187.
- Markos, P. D. (1979). Ipsilateral and contralateral effects of proprioceptive neuromuscular facilitation techniques of hip motion and electromyographic activity. *Physical Therapy*, 59, 11, 1366-1373.
- Medeiros, J. M.; Smidt, J. L. Burmeister, L. F. y Soderberg, G. L. (1977). The influence of isometric exercise and passive stretch on hip joint motion. *Physical Therapy*, 57, 5, 518-523.
- Milne, R. A. y Mierau, D. R. (1979). Hamstring Distensibility in the General Population: Relationship to Pelvic and Back Stresses. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 2, 3, 146-150.
- Möller, M.; Ekstrand, J.; Öberg, B. y Gillquist, J. (1985). Duration of Stretching on Range of Motion in Lower Extremities. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 66, 171-173.
- Monfort, M.; Sartí, M. A. (1999). Musculatura del tronco: función y desarrollo. En F. Ruiz y P. L. Rodríguez (Eds.). *Educación Física, Deporte y Salud* (pp. 221-238). Murcia: Departamento de Didáctica de la Expresión Corporal.
- Moras, G. (1992). Análisis crítico de los actuales tests de flexibilidad. Correlación entre algunos de los tests actuales y diversas medidas antropométricas. *Apunts de Educació Física y Deportes*, 29, 127-137.
- Nitzschke, E. y Hildrebrand, M. (1990). Epidemiology of kiphosis in school children. *Zeitschrift fuer Orthopaedic un Ihre Grenzgebiete*, 128, 5, 477-481.
- Pérez, J. M. (1994). Estiramientos con electroestimulación. *Fisioterapia*, 16, 1, 35-41.
- Porta, J. (1987). Desenvolupament de les capacitats físiques. La flexibilitat. *Apunts de Educació Física y Deportes*, 7-8, 10-19.
- Reade, E.; Hom, L.; Hallum, A. y Lopopolo, R. (1984). Changes in popliteal angle measurement in infants up to one year of age. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 26, 774-780.
- Rodríguez, P. L. y Moreno, J. A. (1997 a). Justificación de la continuidad en el trabajo de estiramiento muscular para la consecución de mejoras en los índices de movilidad articular. *Apunts de Educació Física y Deportes*, 48, 54-61.
- Rodríguez, P. L. y Moreno, J. A. (1997 b). Fundamentos en el desarrollo de los estiramientos. *Archivos de Medicina del Deporte*, XIV, 57, 37-43.

- Salminen, J. J. (1984). The adolescent back. A field survey of 370 Finnish schoolchildren. *Acta Paediatrica Scandinavica, Supplement 315*.
- Santonja, F.; Ferrer, V. y Martínez, I. (1995). Exploración clínica del síndrome de isquiosurales cortos. *Selección, 4, 2*, 81-91.
- Santonja, F. y Frutos, D. E. (1994). Síndrome de isquiosurales cortos. Proyección radiográfica. *Rol de Enfermería, 190, XVII*, 59-63.
- Santonja, F. y Genovés, J.L. (1992). Radiología: Consideraciones en Ortopedia. En F. Santonja y I. Martínez (Eds), *Valoración médico-deportiva del escolar* (pp. 279-301). Murcia: Universidad de Murcia.
- Sañudo, J. R.; Rodríguez, A. y Domenech, J. M. (1985). Anatomía y embriología de la columna vertebral. En R. Viladot y O. Cobi (1992). *Ortesis y prótesis del aparato locomotor* (pp. 13-27). Barcelona: Masson.
- Sinclair, A. y Tester, G. (1992). The sit and reach test- what does it actually measure? *ACHPER National Journal, 40, 2*, 8-13.
- Soeur, R. (1958). A propos de la pathogénie et du traitement du dos rond de l'adolescent. *Acta Orthopaedica Belgica, 24, 2*, 146-159.
- Somhegyi, A. y Ratko, I. (1993). Hamstring Tightness and Scheuermann's Disease. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation, 72* (1): 44.
- Stagnara, P. (1987). *Deformaciones del raquis*. Barcelona: Masson.
- Sullivan, M. K.; DeJulia, J. J. y Worrell, T. W. (1992). Effect of pelvic position and stretching method on hamstring muscle flexibility. *Medicine and Science in Sport and Exercise, 24, 12*, 1383-1389.
- Tribastone, F. (1991). *Compendio de Gimnasia Correctiva*. Barcelona: Paidotribo.
- Weineck, J. (1988). *Entrenamiento óptimo*. Barcelona: Hispano Europea.

### Prueba de Distancia Dedos-Planta

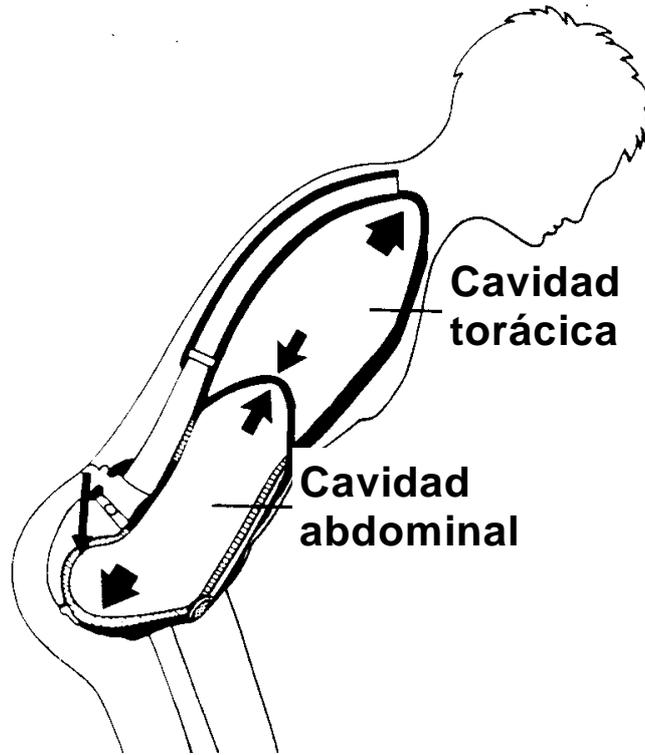


**FIGURA 3**



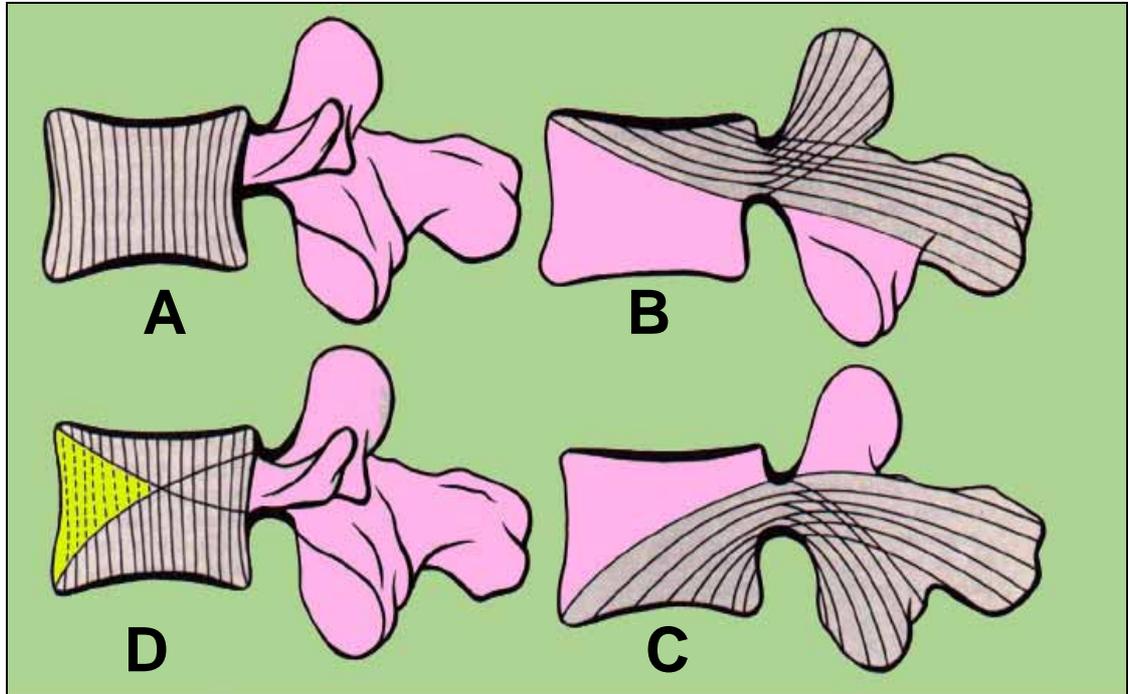
**FIGURA 3. Movimientos del núcleo durante los movimientos de flexión (autoestabilidad). Modificado de Kapandji (1981)**

**FIGURA 4**



**Figura 4. Mecanismo de presión intraabdominal**

**FIGURA 5**



**Figura 5. Disposición trabecular vertebral. (A): trabéculas verticales. (B): trabéculas anteroposteriores craneales. (C): trabéculas anteroposteriores caudales. (D): zona de debilidad anterior del cuerpo vertebral. Modificado de Kapandji (1985)**